

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 195 41 237 A 1

⑤① Int. Cl.®:
G 02 B 21/22
G 02 B 23/00
G 02 B 27/00
A 81 B 17/00

②① Aktenzeichen: 195 41 237.0
②② Anmeldetag: 6. 11. 95
②③ Offenlegungstag: 15. 5. 98

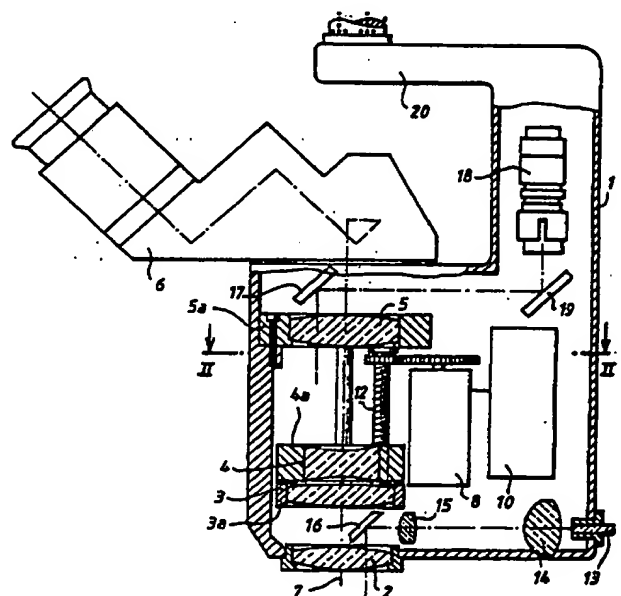
③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①
12.11.94 DE 44 40 530.8

⑦① Anmelder:
Fa. Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

⑦② Erfinder:
Biber, Klaus, 73431 Aalen, DE; Strähle, Fritz, Dr.,
73540 Heubach, DE

⑤④ Pankratisches Vergrößerungssystem

⑤⑦ Ein pankratisches Vergrößerungssystem für mindestens zwei Beobachtungstrahlengänge besteht aus einer ersten und einer zweiten definiert entlang der optischen Achse verschiebbaren optischen Komponente, denen eine dritte ortsfest angeordnete optische Komponente nachgeordnet ist, wobei über ein definiertes Verschieben der ersten beiden optischen Komponenten eine Vergrößerungsvariation möglich ist, während durch Verschieben nur der ersten optischen Komponente eine Fokussierung auf eine gewünschte Objektebene realisiert werden kann.
Das pankratische Vergrößerungssystem wird vorteilhafterweise einem gemeinsamen Hauptobjektiv für ebenfalls mindestens zwei Beobachtungstrahlengänge innerhalb eines Stereomikroskops nachgeordnet.



DE 195 41 237 A 1

DE 195 41 237 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein pankratisches Vergrößerungssystem für mindestens zwei Beobachtungsstrahlengänge. Insbesondere geeignet ist das erfindungsgemäße pankratische Vergrößerungssystem in einem als Operationsmikroskop ausgeführten Stereomikroskop.

Bekannte, nach dem Teleskop-Prinzip aufgebaute Stereomikroskope umfassen üblicherweise ein gemeinsames Hauptobjektiv für die beiden stereoskopischen Beobachtungsstrahlengänge. Das Hauptobjektiv kann hierbei entweder festbrennweitig oder aber mit variabler Schnittweite ausgeführt sein. Im Regelfall ist dem Hauptobjektiv ein pankratisches Vergrößerungssystem nachgeordnet, wobei normalerweise für jeden der beiden stereoskopischen Beobachtungsstrahlengänge ein separates pankratisches Vergrößerungssystem vorgesehen ist. Derartige getrennte pankratische Vergrößerungssysteme für die einzelnen Beobachtungsstrahlengänge erhöhen den Aufwand jedoch in mehrfacher Hinsicht. So müssen die pankratischen Vergrößerungssysteme bezüglich Bildlage und Parallelität der optischen Achsen exakt zueinander justiert werden. Desweiteren ist für die zwei pankratischen Vergrößerungssysteme eine aufwendige Mechanik erforderlich, die den exakten Justierzustand der optischen Elemente beim Variieren der Vergrößerung nicht verschlechtert. Desweiteren ergibt sich auch ein erhöhter Herstellungsaufwand hinsichtlich der optischen Elemente, da diese in zweifacher Ausfertigung benötigt werden.

Der vorab beschriebene Aufwand wird darüberhinaus mindestens verdoppelt, wenn etwa auch für einen Mitbeobachter ein zusätzliches pankratisches Vergrößerungssystem zur Verfügung gestellt werden soll.

Zur Lösung dieser Probleme ist aus den deutschen Offenlegungsschriften DE 41 23 279, DE 43 36 715 und DE 42 12 924 bekannt, hinter dem Hauptobjektiv ein pankratisches Vergrößerungssystem anzuordnen, dessen freier Durchmesser so groß dimensioniert ist, daß beide Beobachtungsstrahlengänge das Vergrößerungssystem gemeinsam durchsetzen. Grundsätzlich wird damit der oben erwähnte Mehraufwand reduziert.

Nachteilig an dieser bekannten Ausführung des pankratischen Systemes ist jedoch, daß es bei dem gewählten Vergrößerungsbereich relativ voluminös baut und nicht mehr in einem aus ergonomischen Gründen kompakten Gehäuse unterzubringen ist. Es ist daher eine aufwendige Faltung des Strahlenganges über eine Reihe von Spiegeln bzw. Prismen erforderlich, was wiederum den erforderlichen Aufwand erhöht und eine einfache Steuerung der beweglichen Komponenten des pankratischen Systemes enorm erschwert.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein gemeinsames pankratisches Vergrößerungssystem für mindestens zwei Beobachtungsstrahlengänge in einem Stereomikroskop nach dem Teleskop-Prinzip zu schaffen, das mit möglichst wenig optischen Elementen auskommt, kompakt baut und bei dem eine einfache Steuerung der erforderlichen beweglichen Komponenten gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein pankratisches Vergrößerungssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystemes finden sich in den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß ist nunmehr ein für mindestens zwei Beobachtungsstrahlengänge gemeinsames pankratisches Vergrößerungssystem vorgesehen, das insgesamt aus lediglich drei optischen Komponenten besteht. In Richtung der Strahlausbreitung von der Objektebene ausgehend sind die erste und zweite optische Komponente hinter dem Hauptobjektiv entlang der gemeinsamen optischen Achse zur Vergrößerungsvariation definiert verschiebbar. Die dritte optische Komponente hingegen ist ortsfest in den Beobachtungsstrahlengängen angeordnet.

Desweiteren ermöglicht das erfindungsgemäße pankratische Vergrößerungssystem, daß neben der möglichen Vergrößerungsvariation durch definiertes Verschieben nur einer optischen Komponente auch eine Fokussierung auf eine gewünschte Objektebene innerhalb eines bestimmten Bereiches möglich ist. Somit ist auch eine Innenfokussierung innerhalb eines Stereomikroskopes mit Hilfe des erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystemes realisiert.

Wegen der kompakten Bauweise des linear angeordneten, pankratischen Vergrößerungssystemes beim gewählten Dehnungsfaktor bzw. Vergrößerungsbereich ist nunmehr auch eine einfache Steuerung der beweglichen optischen Komponenten entlang von Linearführungen möglich. Dies kann in besonders vorteilhafter Weise mit zwei separaten Schrittmotoren erfolgen, die jeweils über eine geeignete zentrale Steuereinheit angesteuert werden. Zur Anordnung der Schrittmotoren existieren eine Reihe verschiedener Realisierungsmöglichkeiten.

Alternativ zu den Schrittmotor-Varianten sind jedoch auch jederzeit bekannte Pankrat-Mechanismen in Kurvensteuerungen einsetzbar, die eine manuelle bzw. rein mechanische Linear-Verstellung der einzelnen beweglichen optischen Komponenten ermöglichen. Derartige Kurvensteuerungen können hierbei sowohl manuell oder aber über herkömmliche Motore angetrieben werden. Es stehen somit verschiedenste Möglichkeiten für motorische Antriebe und entsprechende Antriebskonzepte zur Verfügung.

Die gewünschte Reduzierung der Herstellkosten ergibt sich aufgrund der Halbierung der erforderlichen Linsenanzahl im Vergleich zum pankratischen Vergrößerungssystem mit getrennten stereoskopischen Beobachtungsstrahlengängen.

Desweiteren entfällt der Aufwand für die exakte Justierung der Bildlagen und der optischen Achsen der beiden stereoskopischen Teilbilder.

Die Abbildung der beiden stereoskopischen Teilbilder erfüllt außerdem durch die exakt gleiche Pankratvergrößerung ein weiteres wichtiges Qualitätsmerkmal für einen guten stereoskopischen Bildeindruck.

Weitere Vorteile sowie Einzelheiten der erfindungsgemäßen optischen Einrichtung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Figuren.

Dabei zeigt

Fig. 1 eine seitliche Teil-Schnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines nach dem Teleskopprinzip aufgebauten Stereomikroskopes mit dem erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystem, welches

insbesondere als Operationsmikroskop geeignet ist;

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Schnitt-Darstellung des Ausführungsbeispiels der Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystem mit den entsprechenden Bezeichnungen für die dazugehörigen Linsenradien, Linsendicken und Linsenabstände gemäß Tabelle 1;

Fig. 4 und Fig. 5 je eine weitere Ausführungsform eines Stereomikroskopes mit dem erfindungsgemäßen pankratischen System, angesteuert über Motore.

Fig. 1 zeigt eine Teil-Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines Stereomikroskopes mit dem erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystem, welches insbesondere als Operationsmikroskop geeignet ist.

Im Gehäuse (1) des Operationsmikroskopes ist hierbei ein festbrennweitiges Hauptobjektiv (2) angeordnet, das von den beiden stereoskopischen Beobachtungsstrahlengängen durchsetzt wird. In Richtung der Strahlabbreitung von der Objektebene ausgehend folgt dem Hauptobjektiv (2) nachgeordnet das erfindungsgemäße pankratische Vergrößerungssystem.

Neben einem festbrennweitigen Hauptobjektiv wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 beschrieben, kann jederzeit auch ein Hauptobjektiv mit variabler Schnittweite innerhalb des Stereomikroskopes eingesetzt werden, wie es etwa aus dem Gebrauchsmuster G 90 03 458.9 der Anmelderin bekannt ist. Bei der Verwendung eines derartigen Hauptobjektives variabler Schnittweite ist eine vom pankratischen Vergrößerungssystem unabhängige Fokussierung möglich, die ggf. auch einen größeren Fokussierbereich umfassen kann als die Innenfokussierung über das erfindungsgemäße pankratische Vergrößerungssystem, wie im folgenden noch erläutert wird. Das Hauptobjektiv variabler Schnittweite kann je nach gewünschter Ausführung manuell oder aber motorisch über geeignete motorische Antriebe verstellbar ausgeführt werden.

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel des pankratischen Vergrößerungssystems umfaßt drei optische Komponenten (3, 4, 5). Die einzelnen Komponenten (3, 4, 5) sind in geeigneten Linsenfassungen (3a, 4a, 5a) angeordnet. Das pankratische Vergrößerungssystem bzw. die einzelnen Komponenten (3, 4, 5) des Vergrößerungssystems sind vom freien Durchmesser her nunmehr so groß dimensioniert, daß mindestens zwei stereoskopische Beobachtungsstrahlengänge das pankratische Vergrößerungssystem gemeinsam durchsetzen können.

Die Linsenschnitte der einzelnen Optik-Komponenten sind in Fig. 1 lediglich vereinfacht dargestellt, d. h. der im folgenden beschriebene Aufbau des pankratischen Vergrößerungssystems ist nicht unmittelbar aus Fig. 1 ersichtlich, sondern entspricht der detaillierten Darstellung der Fig. 3.

Sowohl die erste optische Komponente (3) als auch die dritte optische Komponente (5) sind im noch zu beschreibenden Ausführungsbeispiel der Fig. 3 jeweils als zweiteilige Kittglieder mit sammelnder optischer Wirkung ausgeführt. Die zweite optische Komponente (4) besteht aus einem Kittglied und einer Einzellinse und weist eine zerstreuernde optische Wirkung auf.

Die erste und die zweite optische Komponente (3, 4) des erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystems sind jeweils entlang der gemeinsamen optischen Achse (7) des optischen Gesamtsystems aus Hauptobjektiv (2) und pankratischem Vergrößerungssystem in einer definierten Abhängigkeit zueinander verschiebbar. Ortsfest im Gehäuse (1) des Operationsmikroskopes angeordnet ist hingegen die dritte optische Komponente (5) in den stereoskopischen Strahlengängen. Durch ein definiertes Verschieben der ersten beiden optischen Komponenten (3, 4) ist die gewünschte Vergrößerungsvariation innerhalb eines bestimmten Bereiches möglich. Beim nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiel des pankratischen Vergrößerungssystems ist ein Dehnungsfaktor 2 vorgesehen, der für eine Reihe von Anwendungen vollkommen ausreicht, wie etwa beim Einsatz in der Ophthalmologie bzw. Katarakt-Chirurgie. Die Vergrößerung Γ des pankratischen Vergrößerungssystems kann über das im folgenden angegebene Ausführungsbeispiel im Intervall $\Gamma = [0.7 \dots 1.4]$ variiert werden.

Das erfindungsgemäße pankratische Vergrößerungssystem gestattet desweiteren, durch Verschieben nur der ersten optischen Komponente (3) in den Strahlengängen auch eine Fokussierung auf eine gewünschte Objektebene vorzunehmen, d. h. neben der Vergrößerungsvariation ist somit auch eine sog. Innenfokussierung möglich. Hierbei ist bei einer Hauptobjektiv-Brennweite von 200 mm eine Fokussierung in einem Bereich ± 10 mm realisierbar.

Das definierte Positionieren der beiden verschiebbaren optischen Elemente (3, 4) erfolgt im dargestellten Ausführungsbeispiel durch zwei separate motorische Antriebe (8, 9), von denen in der Darstellung der Fig. 1 lediglich einer sichtbar ist. Deutlich erkennbar ist in der Darstellung der Fig. 2 der daneben angeordnete zweite motorische Antrieb (9), der zum definierten Positionieren des zweiten optischen Elementes (4) in den Strahlengängen dient.

Das Verschieben der einzelnen optischen Elemente (3, 4) entlang der optischen Achse (7) kann mit Hilfe der motorischen Antriebe (8, 9) sowohl gleichzeitig erfolgen als auch aber über getrennte bzw. aufeinanderfolgende Verschiebewegungen realisiert werden.

Die im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 als Schrittmotore ausgeführten motorischen Antriebe (8, 9) werden hierbei über eine zentrale Steuereinheit (10) definiert angesteuert. Am Gehäuse (1) des Operationsmikroskopes sind hierzu ein oder mehrere — nicht dargestellte — Bedienelemente vorgesehen, über die der Beobachter die gewünschte Vergrößerungsstellung vorgibt, die anschließend von der zentralen Steuereinheit (10) in entsprechende Signale zum Ansteuern der beiden Schrittmotoren (8, 9) in die entsprechend erforderlichen Linsenpositionen umgesetzt werden. Das Verschieben der beiden beweglichen optischen Elemente (3, 4) erfolgt entlang von Führungen, die im dargestellten Ausführungsbeispiel als Gewindespindeln (11, 12) ausgeführt sind, welche einerseits mit den Fassungen (3a, 4a) der beiden optischen Elemente (3, 4) und andererseits mit den jeweiligen Antrieben (8, 9) über eine geeignete Antriebsübertragungsmechanik verbunden sind.

Die vorgesehenen Schrittmotore (8, 9) für die verschiebbaren optischen Elemente (3, 4) weisen desweiteren Detektoren auf, die die jeweilige aktuelle Position der optischen Elementes (3, 4) auf der optischen Achse (7)

erfassen und entsprechende Positionsinformationen laufend an die zentrale Steuereinheit (10) übergeben. Hierzu sind etwa bekannte Inkremental- oder Absolut-Encoder geeignet, wie sie z. B. von der Fa. HEIDENHAIN in großer Vielfalt angeboten werden.

Analog zur Vergrößerungsvariation ist durch definiertes Ansteuern des Schrittmotors (8) für das erste optische Element (3) die motorische Innenfokussierung durch den Benutzer möglich. Auch hierzu ist ein entsprechendes — nicht dargestelltes — Bedienelement am Operationsmikroskop vorgesehen.

Neben der Anordnung der Bedienelemente in Form geeigneter Schalter unmittelbar am Gehäuse (1) des Operationsmikroskopes kann es für bestimmte Anwendungen erforderlich sein, eine vom Operationsmikroskop getrennte Bedieneinheit in Form eines Hand- oder Fußschaltpultes vorzusehen. An der prinzipiellen Aktivierung der motorischen Funktionen ändert sich auch bei einer derartigen separaten Bedieneinheit nichts.

Sowohl bei der motorischen Vergrößerungsvariation als bei der motorischen Fokussierung erweist sich desweiteren als vorteilhaft, eine sog. "Homing-Funktion" vorzusehen, d. h. dem Benutzer die Möglichkeit anzubieten, einmal vorgenommene Vergrößerungs- und/oder Fokussier-Einstellungen nach einem Verstellen dieser Einstellungen wieder automatisiert einzunehmen. Hierzu werden dann diese gewünschten Positionen bzw. Einstellungen über die vorgesehenen Detektoren von der Steuereinheit (10) erfaßt und in einer sog. "Look-Up-Tabelle" abgespeichert. Wird später die identische Einstellung wieder gewünscht, so werden die entsprechenden Positionsinformationen von der Steuereinheit (10) wieder aus der "Look-Up-Tabelle" ausgelesen und entsprechende Steuersignale zum Anfahren dieser Positionen an die als Schrittmotore ausgeführten motorischen Antriebe (8, 9) übergeben.

Alternativ zur vorab beschriebenen, rein motorischen Verstellung der jeweiligen optischen Elemente kann in einer weniger aufwendigen Ausführung auch eine bekannte mechanische Kurvensteuerung für die verschiebbaren optischen Elemente des erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystems vorgesehen werden, die manuell betätigt wird.

Im Gehäuse (1) des dargestellten Operationsmikroskopes ist desweiteren zwischen dem Hauptobjektiv (2) und den optischen Elementen (3, 4, 5) des erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystems eine Beleuchtungseinheit angeordnet. Die Beleuchtungseinheit umfaßt hierbei einen vorzugsweise faseroptischen Lichtleiter (13), in den eintrittsseitig Strahlung einer gewünschten Lichtquelle mit hoher Leistung eingekoppelt wird. Die den faseroptischen Lichtleiter (13) verlassende Strahlung wird über zwei optische Strahldimensionierungselemente (14, 15) in Form geeigneter Linsensysteme in Richtung eines Umlenkelementes (16) geführt. Das Umlenkelement (16) lenkt das Beleuchtungslicht in Richtung der Objektebene in einem definierten Winkel ab.

Neben der schematisiert dargestellten Anordnung der einzelnen Elemente der Beleuchtungseinheit sind selbstverständlich eine Reihe von diversen weiteren Anordnungsmöglichkeiten z. B. für die Umlenkelemente etc. in Verbindung mit dem pankratischen Vergrößerungssystem realisierbar.

Dem pankratischen Vergrößerungssystem in Richtung Beobachter nachgeordnet folgt im dargestellten Ausführungsbeispiel ein bekannter stereoskopischer Binokulartubus (6) als Beobachtungseinheit, über den der Beobachter den unmittelbaren visuellen Eindruck des betrachteten Objektes gewinnt. Der Binokulartubus (6) weist hierbei einen prinzipiell bekannten optischen Aufbau auf, wie er z. B. in der DE 26 54 778 der Anmelderin dargestellt ist.

Zwischen dem Binokulartubus (6) und dem pankratischen Vergrößerungssystem ist desweiteren ein Umlenkelement oder Strahlteiler (17) in den stereoskopischen Beobachtungsstrahlengängen angeordnet. Über dieses Strahlteiler (17) erfolgt die Auskopplung eines bestimmten Anteiles des oder der Beobachtungsstrahlengänge in Richtung einer Dokumentationseinheit (18) mit mindestens einem elektrooptischen Bildaufnehmer. Hierzu ist im dargestellten Ausführungsbeispiel die Umlenkung des ausgekoppelten Strahlengang-Anteiles über ein weiteres Umlenkelement (19) in die Richtung der Dokumentationseinheit (18) erforderlich. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Dokumentationseinheit (18) hierbei in das Gehäuse (1) des Operationsmikroskopes unmittelbar integriert und als bekannte 1-Chip-Kamera ausgeführt. Die mit Hilfe des elektrooptischen Detektorelementes (18) generierten Signale können dokumentationsmäßig in bekannter Art und Weise anschließend weiterverarbeitet werden, d. h. beispielsweise abgespeichert und/oder auf einem Display wiedergegeben werden.

Alternativ kann die elektrooptische Detektoranordnung auch in bekannter Art und Weise außerhalb des eigentlichen Gehäuses angeordnet werden.

Darüberhinaus kann in einer weiteren Ausführungsform das Umlenkelement (19) einschwenkbar in diesen Strahlengang ausgeführt werden. Je nachdem, in welcher Stellung sich das Umlenkelement (19) befindet, wird dabei die elektrooptische Detektoranordnung (18) beaufschlagt wie in Fig. 1 dargestellt oder aber dieser Strahlengang wird einem bekannten Mitbeobachtermikroskop zugeführt.

Wird gleichzeitig eine Dokumentation über die elektrooptische Detektoranordnung (18) sowie die Beobachtungsmöglichkeit für einen Mitbeobachter gewünscht, so kann das Umlenkelement (19) vorzugsweise teildurchlässig bzw. teilreflektierend ausgeführt werden. Hierbei sind je nach gewünschtem Intensitätsverhältnis im Mitbeobachtungs-Strahlengang und im Dokumentationsstrahlengang die Transmissions- bzw. Reflexionsverhältnisse des Umlenkelementes einzustellen, d. h. beispielsweise ein Transmissionsverhältnis von 50 : 50 etc.

Anstelle des Binokulartubus als Beobachtungseinheit ist es auch jederzeit möglich, lediglich eine Dokumentationseinheit mit mindestens einem elektrooptischen Detektorelement vorzusehen, d. h. das Stereomikroskop mit dem erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystem als reines Video-Stereomikroskop auszulegen.

Ferner weist das in Fig. 1 dargestellte Operationsmikroskop ein Verbindungselement (20) auf, über das es an einem bekannten Trägersystem angeordnet werden kann.

Eine Draufsicht auf einen Teil des Ausführungsbeispiels der Fig. 1 ist in Fig. 2 dargestellt. Die identischen Elemente sind in beiden Figuren mit den gleichen Ziffern bezeichnet. Deutlich erkennbar sind nunmehr die beiden als Schrittmotoren ausgeführten motorischen Antriebe (8, 9) sowie die zugehörigen Antriebsspindeln (11,

12), über die die beweglichen optischen Komponenten (4) entlang der optischen Achse (7) verschoben werden. Mit den beiden Antrieben (8, 9) verbunden, ist wie vorab beschrieben die zentrale Steuereinheit (10), welche das definierte Verfahren der jeweiligen optischen Komponenten (4) gemäß den Beobachter-Vorgaben steuert.

Als vorteilhaft erweist sich das erfindungsgemäße pankratische Vergrößerungssystem auch, wenn mehr als lediglich zwei Beobachtungsstrahlengänge erforderlich sind. So kann beispielsweise wie bereits in Fig. 1 angedeutet über ein Strahlteiler-element (17) oberhalb des pankratischen Vergrößerungssystems ein Dokumentationsstrahlengang oder eine einzelner Beobachtungsstrahlengang zur monokularen Mitbeobachtung ausgekoppelt werden, der die identische Vergrößerung wie die beiden Beobachtungsstrahlengänge eines Hauptbeobachters aufweist. Analoges gilt auch im Falle zweier zusätzlicher Beobachtungsstrahlengänge im Falle eines stereoskopischen Mitbeobachter-Mikroskopes, so daß dann eine symmetrische Verteilung der insgesamt vier Beobachtungspupillen über den Querschnitt des gemeinsam durchgesetzten pankratischen Vergrößerungssystems vorliegt.

Aufgrund des nunmehr relativ großen freien Durchmessers des pankratischen Vergrößerungssystems können ein oder mehrere derartige Strahlteiler-elemente (17) relativ zu den Beobachtungspupillen des Hauptbeobachters angeordnet werden, ohne daß ein störender Beschnitt dieser Beobachtungspupillen resultiert.

In Fig. 3 ist der Linsenschnitt eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystems dargestellt. Die Position der optischen Komponenten (3, 4, 5) auf der optischen Achse (7) zueinander entspricht hierbei einer Vergrößerung $\Gamma = 0.7$.

Eingezeichnet sind in Fig. 3 die Bezeichnungen für die einzelnen optischen Komponenten (3, 4, 5) sowie die Linsenradien r_i , Linsendicken d_i und Linsenabstände d_i , wie sie im folgenden Datensatz der Tabelle 1 spezifiziert werden.

Das dargestellte Ausführungsbeispiel des pankratischen Vergrößerungssystems umfaßt — von links nach rechts aufgelistet — eine erste sammelnde optische Komponente (3), die als zweiteiliges Kittglied ausgeführt ist. Es folgt eine zweite zerstreue optische Komponente (4), bestehend aus einem zweiteiligen Kittglied und einer in definiertem Abstand hierzu angeordneten Einzellinse, wobei sowohl das Kittglied als auch die Einzellinse jeweils eine zerstreue optische Wirkung aufweisen. Die dritte optische Komponente (5) des erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystems weist wiederum eine sammelnde optische Wirkung auf und ist als zweiteiliges Kittglied ausgeführt. Hierbei ist die dritte optische Komponente (5) ortsfest in den stereoskopischen Beobachtungsstrahlengängen angeordnet, während die erste und zweite optische Komponente (3, 4) definiert entlang der gemeinsamen optischen Achse (7) verschiebbar angeordnet sind. Über das definierte Verschieben dieser beiden optischen Elemente (3, 4) ist — wie bereits angedeutet — innerhalb eines bestimmten Intervalles eine Vergrößerungsvariation möglich. Die realisierbaren Vergrößerungen Γ liegen beim nachfolgend in Tabelle 1 aufgeführten Ausführungsbeispiel im Bereich $\Gamma = [0.7 \dots 1.4]$. Dies entspricht einem Zoom-Faktor bzw. Dehnungsfaktor 2 für das pankratische Vergrößerungssystem, was für eine Reihe von Anwendungen vollkommen ausreicht.

Wie ebenfalls bereits ausgeführt, ist durch Verschieben der ersten optischen Komponente (3) entlang der optischen Achse (7) ein Fokussieren auf eine gewünschte Objektebene möglich. Die damit realisierbare Schnittweitenvariation δS beträgt bei einer Hauptobjektiv-Brennweite von 200 mm und einem Verschiebebereich der ersten optischen Komponente (3) von ca. ± 5 mm etwa $\delta S \approx \pm 10$ mm.

Das erfindungsgemäße pankratische Vergrößerungssystem ist von seinen Abmessungen her nunmehr so kompakt bauend, daß es in einem Gehäuse angeordnet werden kann, das nicht größer ist als das eines herkömmlichen Operationsmikroskopes und damit die entsprechenden Ergonomie-Anforderungen erfüllt.

In der folgenden Tabelle 1 sind die konkreten optischen Daten eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungseinrichtung aufgeführt. Hierbei werden mit r_i die jeweiligen Krümmungsradien der einzelnen Linsen bezeichnet, mit d_i die Abstände zwischen den optisch wirksamen Flächen des pankratischen Vergrößerungssystems entlang der optischen Achse. Für die Abstände d_3 und d_4 sind in Tabelle 1 die Intervalle der Abstände zu den jeweils benachbarten optisch wirksamen Flächen angegeben, die einem Vergrößerungs-Intervall wie vorab erläutert entsprechen.

Die bloße Variation des Abstandes d_3 von ca. ± 5 mm hingegen dient zur erwähnten Schnittweiten-Variation, d. h. zu der gewünschten Innenfokussierung.

Desweiteren ist in der folgenden Tabelle 1 die jeweilige Bezeichnung für die verwendete Glassorte für die einzelnen Linsen des dargestellten Ausführungsbeispiels aufgeführt. Die verschiedenen Glassorten werden von der Fa. Schott Glaswerke, Mainz, unter diesen Bezeichnungen angeboten.

Angegeben sind ferner die freien Durchmesser D_f der einzelnen optischen Elemente. Der maximale freie Durchmesser D_f innerhalb des dargestellten Ausführungsbeispiels beträgt hierbei ca. 45 mm, was der Forderung nach Kompaktheit und möglichst geringen optischen Korrekturanforderungen entspricht.

In der Darstellung der Fig. 3 ist desweiteren die Lage der beiden Stereopupillen eingezeichnet, die in einer Ebene liegen, welche zwischen der dritten optischen Komponente (5) und dem vorgesehenen Binokulartubus oder einer anderweitigen Dokumentationseinrichtung liegt.

Ebenfalls eingezeichnet ist an dieser Stelle die resultierende Stereobasis S_B , d. h. der Abstand der optischen Achsen der beiden stereoskopischen Beobachtungsstrahlengänge, der in diesem Fall 22 mm beträgt.

Tabelle 1

	Radius r_i /mm	Dicke bzw. Abstand d_i /mm	Fr. Durchm. d_F /mm	Medium
5	$r_1=92.6627$		45.300	
10		$d_1=4.000$		SF56A
	$r_2=48.8915$		44.000	
15		$d_2=8.000$		SSKN8
	$r_3=-299.1397$		43.700	
20		$d_3=[5.904 \dots 41.021]$		Luft
	$r_4=-184.6478$		30.400	
25		$d_4=3.000$		BAK2
	$r_5=93.9299$		29.700	
30		$d_5=4.000$		Luft
	$r_6=-57.5094$		29.700	
35		$d_6=4.000$		SF57
	$r_7=-35.1813$		30.200	
40		$d_7=3.000$		SK5
	$r_8=328.0925$		30.900	
45		$d_8=[46.596 \dots 2.979]$		Luft
	$r_9=429.4695$		31.300	
50		$d_9=5.000$		SSKN8
	$r_{10}=-52.4473$		31.500	
55		$d_{10}=3.000$		SF56A
	$r_{11}=-96.7737$		32.000	

Selbstverständlich stellt das Ausführungsbeispiel in Fig. 3 bzw. Tabelle 1 lediglich eine mögliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystems dar, d. h. durch entsprechende Variationen der optischen Daten ist auch eine alternative Auslegung möglich.

Weitere Ausführungsbeispiele für ein Stereomikroskop mit dem erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystem werden im folgenden anhand der Fig. 4 und 5 beschrieben. Hierbei ist in den beiden Fig. 4 und 5 lediglich ein Teil eines als Operationsmikroskop ausgelegten Stereomikroskopes dargestellt, in dem das erfindungsgemäße pankratische Vergrößerungssystem angeordnet wird.

Alternativ zum in Fig. 1 und 2 beschriebenen Ausführungsbeispiel wird in diesen beiden Ausführungsbeispielen nunmehr die definierte Bewegung der optischen Komponenten des pankratischen Vergrößerungssystems über andere Anordnungen der motorischen Antriebe realisiert. Insbesondere werden nunmehr keine Schrittmotoren mehr verwendet, sondern herkömmliche Motoren, die entsprechende Kurvensteuerungen antreiben.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 sind die beiden beweglichen optischen Komponenten (43, 44) in den

entsprechenden Linsenfassungen (43a, 44a) angeordnet, die entlang der optischen Achse (42) verschoben werden können. Die beiden beweglichen optischen Komponenten (43, 44) bzw. die Linsenfassungen (43a, 44a) bewegen sich hierbei in einer zylinderförmigen Hülse (46), die mit zwei Steuerkurven (47a, 47b) ausgestattet ist, in die mit den Linsenfassungen (43a, 44a) verbundene Führungselemente (51, 52) eingreifen.

Soll nunmehr eine Veränderung der Vergrößerung erfolgen, so wird die zylinderförmige Hülse (46) durch den benachbart angeordneten Motor (48) in eine Drehbewegung versetzt. Hierzu greift ein am Motor vorgesehenes Zahnrad (49) in einen Zahnkranz (53) ein, der radialsymmetrisch um die Hülse (46) angeordnet ist. Die beiden beweglichen optischen Komponenten (43, 44) bewegen sich dann entsprechend den gewählten Steuerkurvensteigungen entlang der optischen Achse (42). Die Fokussierung des erfindungsgemäßen pankratischen Systems erfolgt in diesem Ausführungsbeispiel über einen zweiten Motor (50), der lediglich die erste optische Komponente (43) entlang der optischen Achse (42) versetzt. Der zweite Motor (50) überträgt hierzu ebenfalls über ein Zahnrad (54), das in einen Zahnkranz (55) an der Linsenfassung (43a) der ersten optischen Komponente (43) eingreift, eine Drehbewegung in die erforderliche Linearbewegung entlang der optischen Achse (42). Der zweite Motor (50) wird somit bei der Vergrößerungsvariation über die Hülsen-Drehbewegung zusammen mit der ersten optischen Komponente (43) verschoben.

Eine weitere Ausführungsform eines Antriebskonzeptes zum erfindungsgemäßen pankratischen Vergrößerungssystem ist in Fig. 5 dargestellt.

Der Antrieb der beiden beweglichen optischen Komponenten (63, 64) erfolgt wiederum über zwei separate Motoren (78, 70), die wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 benachbart angeordnet werden. Hierbei greift der vordere der beiden Motoren (70) über ein Zahnrad (69) in einen Zahnkranz (63) ein, der um die zylinderförmige Hülse (66) herum angeordnet ist, die die beiden beweglichen optischen Komponenten (62, 63) entlang der Steuerkurven (67a, 67b) führt. Die dritte optische Komponente (65) ist wiederum fest in den stereoskopischen Strahlengängen angeordnet.

Um nunmehr zu vermeiden, daß beim Verändern der Vergrößerung der motorische Antrieb für die Fokussierung stets mitbewegt werden muß wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 4, ist vorgesehen, die Antriebsbewegung des fest angeordneten, zweiten Motors (78) für die erste optische Komponente (63) über eine biegsame Welle (68) zu übertragen. Über die angetriebene biegsame Welle (68) erfolgt die Positionierung der ersten optischen Komponente (63) entlang der optischen Achse (72), um dergestalt die gewünschte Innenfokussierung des erfindungsgemäßen pankratischen Systems zu bewirken.

Patentansprüche

1. Pankratisches Vergrößerungssystem für mindestens zwei Beobachtungsstrahlengänge, welches eine erste und eine zweite definiert entlang der gemeinsamen optischen Achse (7, 42, 72) verschiebbare optische Komponente (3, 4, 43, 44, 63, 64) umfaßt, denen eine dritte ortsfest angeordnete optische Komponente (5, 45, 65) nachgeordnet ist, wobei über ein definiertes Verschieben der ersten beiden optischen Komponenten (3, 4, 43, 44, 63, 64) eine Vergrößerungsvariation möglich ist, während durch Verschieben nur der ersten optischen Komponente (3, 43, 63) eine Fokussierung auf eine gewünschte Objektebene möglich ist.
2. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 1, wobei die erste und die dritte optische Komponente (3, 43, 63, 5, 45, 65) jeweils eine sammelnde optische Wirkung aufweisen und die zweite optische Komponente (4, 44, 64) eine zerstreuernde optische Wirkung besitzt.
3. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 1, wobei dem pankratischen Vergrößerungssystem ein Hauptobjektiv (2) vorgeordnet ist, das ebenfalls von mindestens zwei Beobachtungsstrahlengängen gemeinsam durchsetzt ist und welches eine feste Schnittweite aufweist.
4. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 1, wobei die optischen Komponenten (3, 4, 43, 44, 63, 64, 5, 45, 65) des pankratischen Vergrößerungssystems die folgenden optischen Daten aufweisen:

Tabelle 1

	Radius r_i /mm	Dicke bzw. Abstand d_i /mm	Fr. Durchm. d_F /mm	Medium
5	$r_1=92.6627$		45.300	
10		$d_1=4.000$		SF56A
	$r_2=48.8915$		44.000	
15		$d_2=8.000$		SSKN8
	$r_3=-299.1397$		43.700	
20		$d_3=[5.904..41.021]$		Luft
	$r_4=-184.6478$		30.400	
25		$d_4=3.000$		BAK2
	$r_5=93.9299$		29.700	
30		$d_5=4.000$		Luft
	$r_6=-57.5094$		29.700	
35		$d_6=4.000$		SF57
	$r_7=-35.1813$		30.200	
40		$d_7=3.000$		SK5
	$r_8=328.0925$		30.900	
45		$d_8=[46.596..2.979]$		Luft
	$r_9=429.4695$		31.300	
50		$d_9=5.000$		SSKN8
	$r_{10}=-52.4473$		31.500	
55		$d_{10}=3.000$		SF56A
	$r_{11}=-96.7737$		32.000	

wobei mit r_i die jeweiligen Krümmungsradien der einzelnen optischen Komponenten bezeichnet sind, neben denen jeweils die freien Durchmesser d_F aufgeführt werden, mit d_i die Abstände zwischen den optisch wirksamen Flächen des pankratischen Vergrößerungssystems angegeben sind, und zwei der drei optischen Komponenten innerhalb der angegebenen Grenzen entlang der gemeinsamen optischen Achse (7, 42, 72) verschiebbar sind.

5. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 4, wobei sowohl das pankratische Vergrößerungssystem als auch das vorgeordnete Hauptobjektiv (2) in einem gemeinsamen Gehäuse (1) angeordnet sind und desweiteren eine Beleuchtungseinheit vorgesehen ist, die einen faseroptischen Lichtleiter (13) sowie mindestens ein Umlenkelement (16) umfaßt, so daß über die Beleuchtungseinheit Beleuchtungslicht in Richtung Objektebene umlenkbar ist.

6. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 5, wobei dem pankratischen Vergrößerungssystem mindestens eine Beobachtungseinheit (6) zur unmittelbaren visuellen Betrachtung eines Objektfeldes nachgeordnet ist.

7. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 6, wobei dem pankratischen Vergrößerungssystem mindestens eine Dokumentationseinheit mit ein oder mehreren elektrooptischen Bildaufnehmern (18) nachgeordnet ist.
8. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 7, wobei die Dokumentationseinheit ebenfalls im Gehäuse (1) angeordnet ist. 5
9. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 1, wobei die verschiebbaren optischen Komponenten (3, 4, 43, 44, 63, 64) des pankratischen Vergrößerungssystems über mindestens einen motorischen Antrieb (8, 9, 48, 50, 68, 70) definiert verschiebbar sind.
10. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 9, wobei für die verschiebbaren optischen Komponenten (3, 4) je ein zugeordneter Schrittmotor (8, 9) als Antrieb vorgesehen ist, der jeweils über eine zentrale Steuereinheit (10) ansteuerbar ist. 10
11. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 10, wobei den motorischen Antrieben (8, 9) jeweils Detektoren zugeordnet sind, die die aktuelle Position der jeweiligen optischen Komponente auf der optischen Achse (7) erfassen und die Positionsinformationen laufend an die zentrale Steuereinheit (10) übergeben. 15
12. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 9, wobei ein Motor (48, 68) vorgesehen ist, der zum Antrieb einer Kurvensteuerung dient, über die die erste und die zweite optische Komponente (43, 44, 63, 64) in definierter Abhängigkeit voneinander zur Vergrößerungseinstellung positionierbar sind, und ferner ein zweiter, mit der Kurvensteuerung verbundener Motor (50, 70) vorgesehen ist, der zur Fokussierung mit Hilfe der ersten optischen Komponente (43, 63) dient. 20
13. Pankratisches Vergrößerungssystem nach Anspruch 9, wobei für die Übertragung der Antriebsbewegung für die erste optische Komponente (63) zur Fokussierung eine flexible Welle (68) zwischen einem Motor (78) und der ersten optischen Komponente (63) vorgesehen ist.
14. Pankratisches Vergrößerungssystem nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, verwendet in einem Operationsmikroskop. 25

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

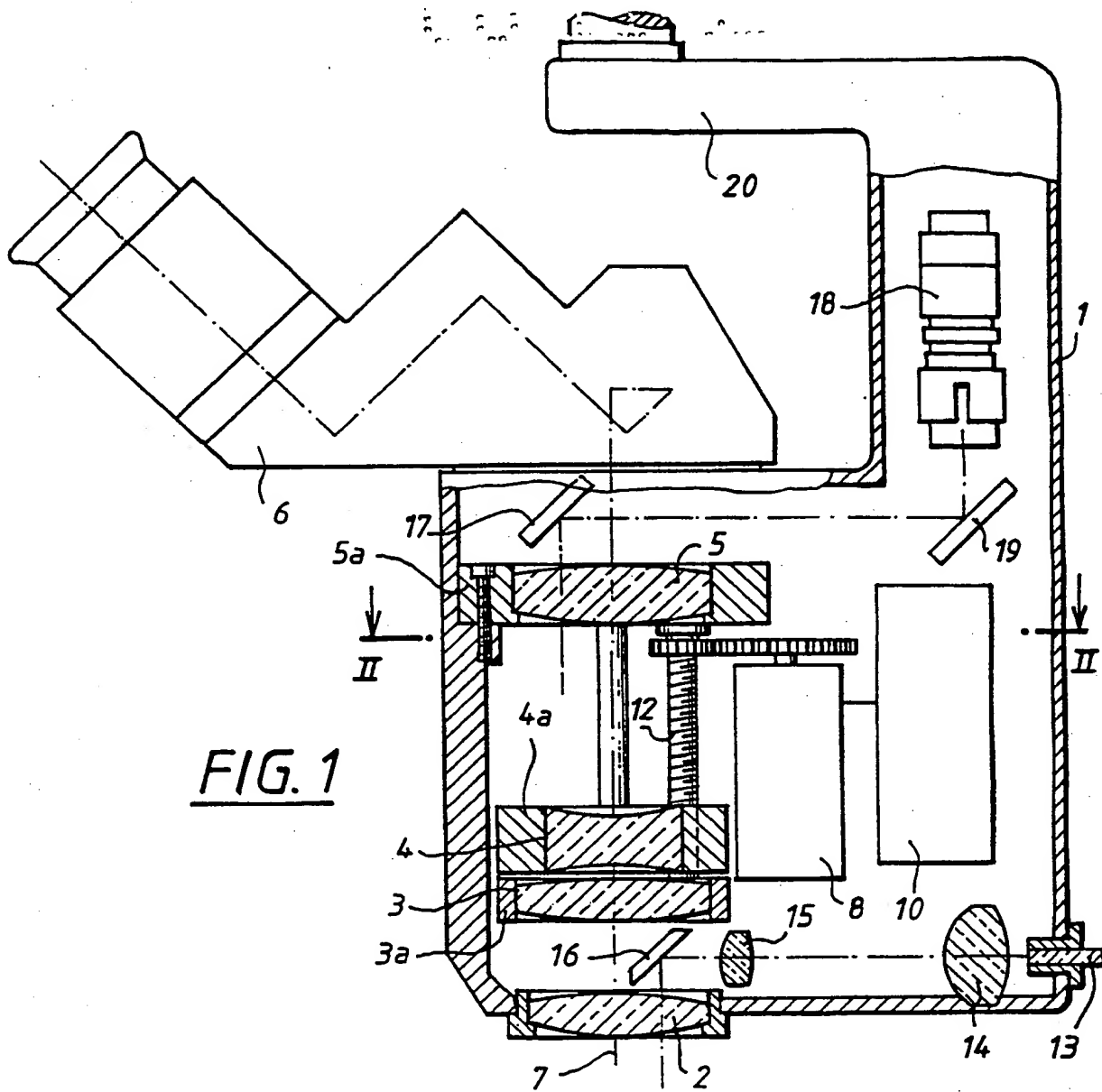


FIG. 1

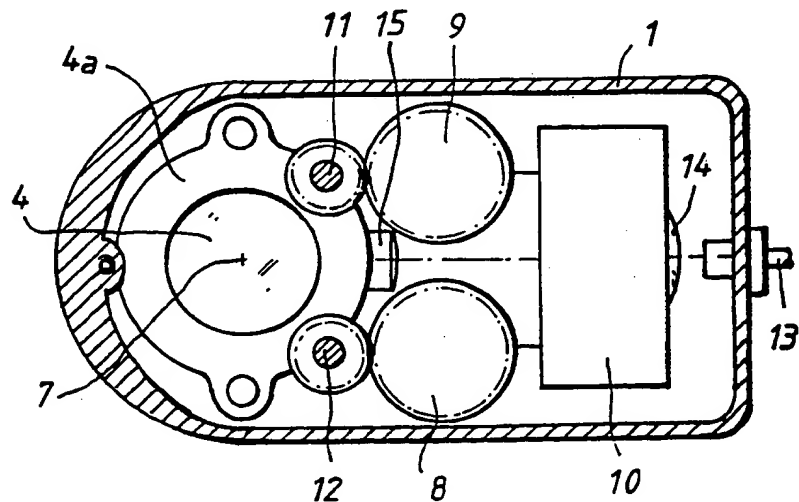


FIG. 2

FIG. 3

